ГОСТ 10060.4-95

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**БЕТОНЫ**

**СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ**

МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (МНТКС)

Москва

Предисловие

**1** **РАЗРАБОТАН** Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ) Российской Федерации

**ВНЕСЕН** Минстроем России

**2 ПРИНЯТ** Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве (МНТКС) 22 ноября 1995 г.

За принятие проголосовали

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование государства | Наименование органа государственного управления строительством |
| Азербайджанская Республика | Госстрой Азербайджанской Республики |
| Республика Армения | Госупрархитектуры Республики Армения |
| Республика Казахстан | Минстрой Республики Казахстан |
| Кыргызская Республика | Госстрой Кыргызской Республики |
| Республика Молдова | Минархстрой Республики Молдова |
| Российская Федерация | Минстрой России |
| Республика Таджикистан | Госстрой Республики Таджикистан |
| Республика Узбекистан | Госкомархитектстрой Республики Узбекистан |

**3 ВВЕДЕН** **ВПЕРВЫЕ**

**4 ВВЕДЕН** в действие с 1 сентября 1996 г. в качестве государственного стандарта Российской Федерации постановлением Минстроя России от 5 марта 1996 г. № 18-17

**Содержание**

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Определения

4 Средства испытания и вспомогательные устройства

5 Порядок подготовки к проведению испытания

6 Порядок проведения испытаний

7 Правила обработки результатов испытания

8 Правила оформления результатов испытания

Приложение А Методика определения удельной контракции цемента

Приложение Б Показатели шкалы морозостойкости тяжелого и легкого бетонов

Приложение В Пример ускоренного определения морозостойкости бетона

Приложение Г Форма журнала ускоренного определения моро­зо­стой­кости бетона

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

**БЕТОНЫ**

**СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ МЕТОД УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ**

**CONCRETES. STRUCTURE-MECHANICAL RAPID METHOD FOR THE DETERMINATION OF FROST-RESISTANCE**

Дата введения 1996-09-01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на тяжелые и легкие бетоны на цементном вяжущем, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, и устанавливает ускоренный структурно-механический (пятый) метод определения морозостойкости бетона при подборе и корректировке его состава лабораториями предприятий стройиндустрии.

**2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Технические условия.

ГОСТ 5582-75 Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки.

ГОСТ 8269-87 Щебень из природного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытания.

ГОСТ 9871-75 Термометры стеклянные ртутные, электроконтактные и терморегуляторы. Технические условия.

ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования.

ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 10181.4-81 Смеси бетонные. Методы определения расслаиваемости.

ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

**3 Определения**

В настоящем стандарте приняты термины и определения по ГОСТ 10060.0.

**4 Средства испытания и вспомогательные устройства**

4.1 Оборудование для изготовления, хранения и испытания бетонных образцов должно соответствовать требованиям ГОСТ 10180 и ГОСТ 28570.

4.2 Морозильный шкаф, обеспечивающий достижение и поддержание температуры минус (182) С.

4.3 Переносной контактомер КД-07.

***Примечание*** - Контактомер изготавливает ГП «ВНИИФТРИ» (141570, Московская обл., ГП «ВНИИФТРИ», пос. Менделеево).

4.4 Электрошкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева до 105 С и автоматическое регулирование температуры с пределом допустимой погрешности 5 С.

4.5 Весы, имеющие предел допустимой погрешности взвешивания 0,01 г.

4.6 Ванна для насыщения шести образцов

4.7 Вода по ГОСТ 23732.

**5 Порядок подготовки к проведению испытания**

5.1 Для испытаний бетона на морозостойкость используют либо образцы-кубы, либо образцы-керны.

5.2 Перед изготовлением образцов определяют:

- водопоглощение щебня и песка по ГОСТ 8369 в течении 1 ч;

- водоотделение бетонной смеси по ГОСТ 10181.4 для случая, когда бетонную смесь уплотняют центрифугированием или вакуумированием.

5.3 Основные и контрольные образцы изготавливают и отбирают по 4.5 - 4.10 ГОСТ 10060.0.

5.4 Образцы-керны отбирают из конструкции и хранят по ГОСТ 28570.

5.5 Контрольные и основные образцы насыщают водой по 4.11 ГОСТ 10060.0.

5.6 Перед испытанием образцов-кернов или образцов-кубов из бетона неизвестного состава один из них подвергают следующим испытаниям:

- определяют массу *тв0* керна (образца) после его насыщения, г;

- определяют объем *V* керна (образца), см3;

- раскалывают керн (образец) на куски объемом 20 - 30 см3 и определяют массу *твi* полученной пробы, г;

- кипятят пробу в течение 5 ч, охлаждают до температуры (202) С, охлажденную воду сливают и определяют массу пробы *ткi*, г;

- высушивают пробу в сушильном шкафу при температуре (1055) С до постоянной массы *тсi*.

5.7 Определяют капиллярно-открытую пористость *Пi*бетона в проектном возрасте, %:

а) для образцов из бетона с известным составом:

- для тяжелого бетона

 (1а)

- для бетонов с пористыми заполнителями

 (1б)

где: *Пi* - капиллярно-открытая пористость материала, %;

*Wi* - объем воды затворения в 1 л уплотненной смеси образца бетона за вычетом водоотделения или водопоглощения заполнителями в процессе уплотнения, см3. Для заполнителей из плотных пород (гранит, базальт, кварц) водопоглощение принимают равным 1 % их массы;

*Vп*- объем открытых пор пористых заполнителей (объем воды, поглощаемой пористыми заполнителями за 1 ч), см3;

- удельная контракция применяемого цемента к сроку испытаний материала на морозостойкость см3/г .Значение определяют заранее по мере поступления цемента, используя методику, изложенную в приложении А;

*К5* - стехиометрический коэффициент контракции цемента, принимаемый по таблице 1;

*Цi* - масса цемента в 1 л бетонной смеси, г.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Значение коэффициента К5 при различной плотности цемента | | | | |
| цемента | 2,85 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 |
| Алюминатный | - | - | - | - | 4,1 |
| БТЦ, ОБТЦ | - | - | - | 4,7 | 4,6 |
| Портландцемент | - | - | 5,2 | 5,1 | - |
| Пуццолановый | 6,1 | 6,1 | 6,0 | 5,9 | - |
| ШПЦ | 6,1 | 6,1 | 6,0 | 5,9 | - |

б) для образцов из бетона с неизвестным составом

 (2)

где *ткi*, *тci, твi, тв0*- величины по 5.6;

*dw* - плотность воды при температуре (202) С, принимают 1 г/см3;

*Д -* коэффициент, отражающий объем пор в бетоне керна, в котором вода не переходит в лед при замораживании до минус (182) С (определяют по таблице 2)

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Проектный класс (марка) бетона по прочности на сжа­тие | В10 (М150) | В15 (М200) | В22,5 (М300) | В30 (М400) | В40 (М500) | В45 (М600) |
| Значение коэф­фи­ци­ента *Д* | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| ***Примечание*** - Капиллярно-открытую пористость тощих бетонов с большой межзерновой пустотностью (изготовленных из жестких бетонных смесей со значительным недоуплотнением) определяют по формуле (1а) или (1б).  В этом случае в указанных формулах вместо Wi вводят определяемую по формуле | | | | | | |

**6 Порядок проведения испытаний**

6.1 Насыщенные водой контрольные образцы через 2 ч после извлечения из ванны испытывают на прочность при сжатии по ГОСТ 10180.

6.2 Основные образцы сразу после извлечения из ванны помещают в морозильный шкаф и подвергают однократному замораживанию в течение 5 ч при температуре минус (182) С.

6.3 Основные образцы после извлечения из морозильного шкафа в замороженном состоянии незамедлительно испытывают на прочность при сжатии и вычисляют коэффициент повышения прочности бетона *Кi*

, (3)

где - средние арифметические значения прочности бетона соответственно в контрольных и основных образцах, МПа.

6.4 Из таблиц Б.1 и Б.2 приложения Б для установленного значения капиллярно-открытой пористости испытываемого бетона находят соответствующее ей предельные значения морозостойкости *Mмах*и *Ммin* , а также коэффициентов повышения прочности *Кмах* и К*мin* и рассчитывают морозостойкость бетона Мi в циклах по формуле

, (4)

где *Кi* - фактический коэффициент повышения прочности бетона;

*Мmax*и *Мmin* - соответственно максимальная и минимальная морозостойкость бетона, цикл;

*Кmax*и *Kmin*- соответственно максимальный и минимальный коэффициенты повышения прочности бетона.

6.5 Если значения коэффициента *Кi* для данной капиллярнооткрытой пористости меньше коэффициента *Кmin* , то морозостойкость *Мi* принимают равной *Мmax* , а при *Кi* большем, чем *Кmax* , морозостойкость принимают равной *Мmin*.

**7 Правила обработки результатов испытания**

7.1 Морозостойкость определяют по формуле

 (5)

где  (6)

Коэффициент *Кт* для тяжелого бетона, цементно-песчаного раствора и легкого бетона принимают соответственно 0,004, 0,005, 0,006.

Значения средних квадратических отклонений , находят по формулам:

 (7)

 (8)

7.2 Марку бетона по морозостойкости устанавливают равной меньшему значению F (таблица 3 ГОСТ 10060.0), которое является ближайшим к значению М.

**8 Правила оформления результатов испытания**

Исходные данные и результаты определения морозостойкости бетона заносят в журнал по форме, приведенной в приложении Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

*(обязательное)*

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ КОНТРАКЦИИ ЦЕМЕНТА**

**А.1 Общие положения**

Методика распространяется на все виды цементов.

Методика устанавливает порядок измерения контракции цемента на контрактометре КД-07 и определения ее удельного значения в проектном возрасте 28 сут.

Контракция - уменьшение абсолютного объема цементного материала в результате гидратации цемента.

Удельная контракция - отношение контракции в заданный момент времени к массе гидратируемого цемента.

Указанную характеристику для применяемого цемента определяют один раз для каждой из поступающих партий цемента или при изменении вида добавок для бетонов.

**А.2 Норма погрешности**

Методика обеспечивает измерение контракции с погрешностью не более 1 % объема при температуре (202) С, а определение удельной контракции - с погрешностью 2 %.

**А.3 Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы**

1 Контрактометр КД-07.

2 Весы лабораторные с верхним пределом взвешивания не менее 1 кг, погрешностью взвешивания не более 10 мг.

3 Мерные цилиндры вместимостью 50 и 500 мл по ГОСТ 1770.

4 Виброплощадка лабораторная - характеристика по ГОСТ 10180.

5 Смазка - солидол, эмульсол, отработанное машинное масло.

6 Вода по ГОСТ 23732.

7 Чаша сферическая с мастерком для приготовления цементного теста по ГОСТ 310.3.

8 Термометр с диапазоном измерений (0-100) С по ГОСТ 9871.

**А.4 Сущность метода**

Определение контракции основано на измерении уровня столба воды в стеклянном капилляре, расположенном над цементным тестом, помещенным в герметизируемый сосуд.

Уровень измеряют при постоянной температуре в диапазоне (20-25) С в течение 3 ч.

**А.5 Условия проведения измерения**

Измерения выполняют при следующих параметрах окружающей среды:

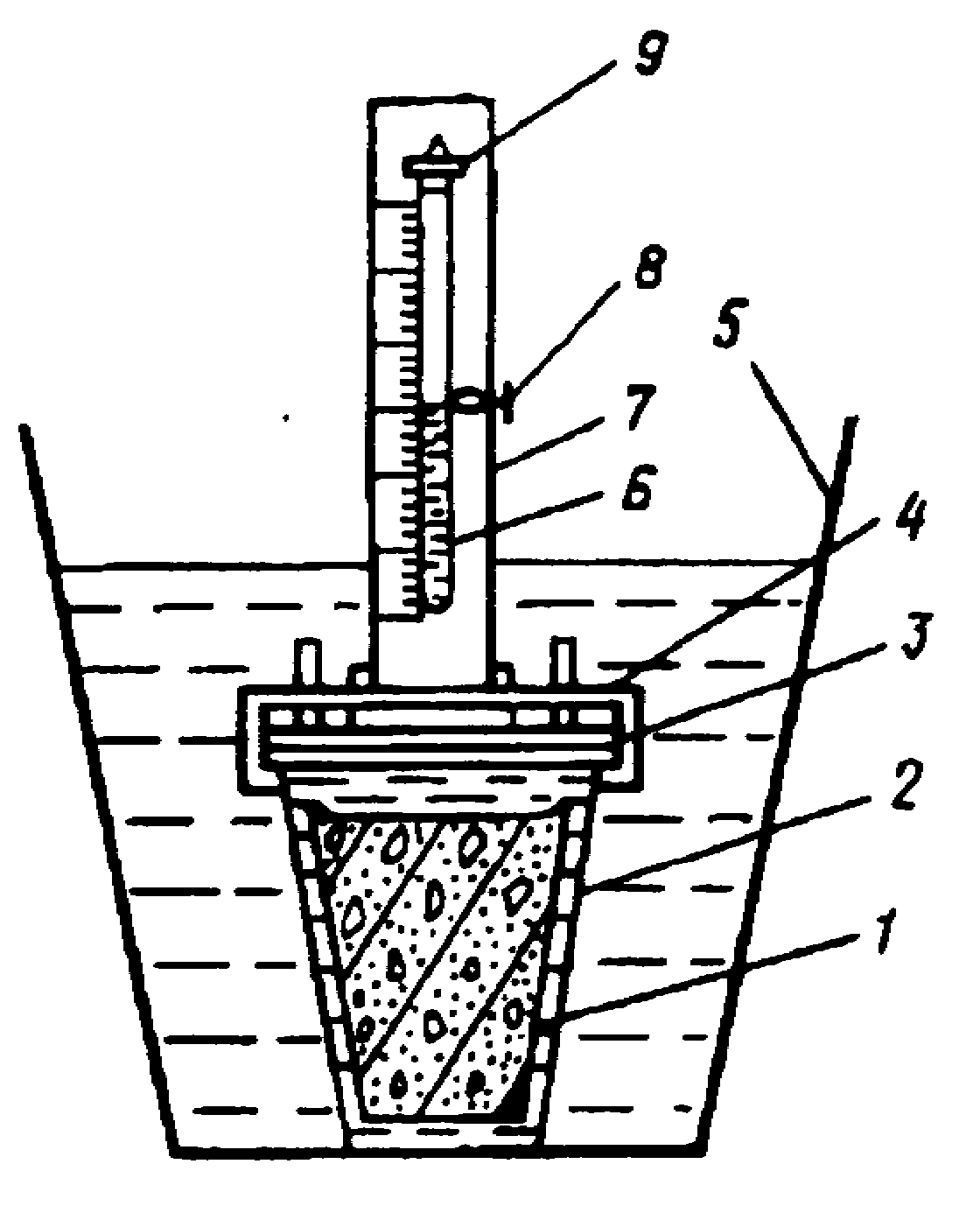
температура воздуха, С 15 - 30

относительная влажность, % 30 - 80

атмосферное давление, мм рт. ст. 710 - 780

**А.6 Устройство контрактометра**

Контрактометр (рисунок А.1) имеет сосуд 2, стакан 1, крышку 3 с капилляром 6 в защитной трубке 7 со шкалой, визир 8, заглушку капилляра 9, струбцину 4 и емкость 5.



***Рисунок А.1***

Вместимость сосуда 2 и стакана 1 составляет соответственно 750 и 500 см3. Капилляр 6 со шкалой обеспечивает измерение контракции до 20 см3.

Цена деления шкалы капилляра: 10 мм эквивалентны 0,8 см3 контракции. Вместимость сосуда 9 - 10 л.

Материал сосуда, стакана, крышки и струбцины - нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т-Н1 по ГОСТ 5582.

**А.7 Подготовка к проведению измерения**

7.1 Внутренние стенки стакана контрактомера покрывают смазкой. В емкость термостатирования наливают 6 л воды температурой (202) С.

7.2 Приготавливают испытываемое цементное тесто нормальной густоты объемом 500 см3.

7.3 Выкладывают цементное тесто в стакан контрактометра и уплотняют его на лабораторной виброплощадке.

7.4 Сосуд контрактометра устанавливают в емкость с водой и помещают в него стакан со смесью. Стакан поворачивают на 2-3 оборота. Затем сосуд под слоем воды закрывают крышкой.

При этом под водой с внутренней поверхности крышки удаляют пузырьки воздуха.

После герметизации постукивают 3-5 раз по поверхности стола для удаления оставшихся пузырьков воздуха.

7.5 В капилляр контрактометра доливают воду до отметки 0, и закрывают капилляр заглушкой.

7.6 Фиксируют время в момент доведения уровня воды в капилляре до отметки 0, а контрактометр устанавливают в емкость с водой.

***Примечание*** - Суммарная (общая) длительность операций по 7.2 - 7.6 не должна превышать 10 мин.

**А.8 Выполнение измерения**

8.1 Контракцию измеряют, отмечая по шкале уровень воды в капилляре, который округляют до 1 мм. Отсчет ведется от отметки 0. Полученный результат переводят в объем умножением на 0,8 см2.

8.2 Уровень отмечают через 3 ч. Перед отсчетом дном сосуда постукивают по столу аналогично 7.4.

8.3 По окончании измерения контрактометр извлекают из емкости с водой, воду выливают; контрактометр ставят обратно в емкость и разгерметизируют его; из сосуда извлекают стакан с материалом; встряхивая открытой частью стакана над сферической чашей, извлекают из него отвердевший материал; выливают остаток воды из сосуда контрактометра и емкости; протирают сосуд и стакан ветошью, покрывают смазкой внутренние стенки стакана; вновь собирают контрактометр и закрывают сосуд крышкой.

**А.9 Определение удельной контракции цемента**

**в возрасте 28 сут**

9.1 Удельную контракцию цемента в проектном возрасте 28 сут определяют по результатам ее измерения на контрактометре КД-07 за 3 ч при пересчете на 1000 г цемента, используя данные таблицы А.1.

Таблица А.1 - Удельная контракция цемента в проектном возрасте 28 сут

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Контракция на 1000 г цемента за 3 ч см3 | Удельная контракция , см3/г | Контракция на 1000 г цемента за 3 ч см3 | Удельная контракция , см3/г |
| 5,0 | 0,051 | 3,5 | 0,038 |
| 4,9 | 0,051 | 3,4 | 0,037 |
| 4,8 | 0,050 | 3,3 | 0,036 |
| 4,7 | 0,049 | 3,2 | 0,035 |
| 4,6 | 0,048 | 3,1 | 0,034 |
| 4,5 | 0,047 | 3,0 | 0,024 |
| 4,4 | 0,047 | 2,9 | 0,033 |
| 4,3 | 0,046 | 2,8 | 0,032 |
| 4,2 | 0,045 | 2,7 | 0,031 |
| 4,1 | 0,044 | 2,6 | 0,030 |
| 4,0 | 0,043 | 2,5 | 0,029 |
| 3,9 | 0,042 | 2,4 | 0,028 |
| 3,8 | 0,041 | 2,3 | 0,027 |
| 3,7 | 0,040 | 2,2 | 0,026 |
| 3,6 | 0,039 | 2,1 | 0,025 |

9.2 Значение контракции на 1000 г цемента за 3 часа находят по зависимости



где - контракция цемента за 3 ч в тесте нормальной густоты, помещенного в контрактометр, см3

*Цн.г.* - масса цемента в тесте нормальной густоты, помещенного в сосуд контрактометра, г.

9.3 По данным о контракции из таблицы А1 находят значение удельной контракции в возрасте 28 сут которая практически не зависит от режима тепловой обработки бетона

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

**ПОКАЗАТЕЛИ ШКАЛЫ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ТЯЖЕЛОГО И ЛЕГКОГО БЕТОНОВ**

Таблица Б.1 - Показатели шкалы морозостойкости тяжелого бетона и цементно-песчаного раствора

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Капиллярно-откры­тая | Морозостойкость, цикл | | Коэффициент повышения прочности при однократном замораживании | |
| пористость *Пi* , % | *Ммах* | *Мmin* | *Кмах* | *Кmin* |
| 0.5 | 863 | 863 | 1.00 | 1.00 |
| 1.0 | 625 | 625 | 1.01 | 1.01 |
| 1.5 | 573 | 558 | 1.04 | 1.02 |
| 2.0 | 534 | 505 | 1.08 | 1.03 |
| 2.5 | 503 | 465 | 1.13 | 1.03 |
| 3.0 | 475 | 433 | 1.17 | 1.04 |
| 3.5 | 453 | 403 | 1.21 | 1.04 |
| 4.0 | 430 | 378 | 1.26 | 1.05 |
| 4.5 | 413 | 353 | 1.30 | 1.06 |
| 5.0 | 398 | 330 | 1.35 | 1.06 |
| 5.5 | 380 | 309 | 1.39 | 1.07 |
| 6.0 | 365 | 295 | 1.44 | 1.08 |
| 6.5 | 351 | 290 | 1.48 | 1.09 |
| 7.0 | 338 | 253 | 1.53 | 1.09 |
| 7.5 | 328 | 235 | 1.57 | 1.10 |
| 8.0 | 315 | 215 | 1.61 | 1.11 |
| 8.5 | 300 | 200 | 1.66 | 1.11 |
| 9.0 | 295 | 185 | 1.70 | 1.11 |
| 9.5 | 289 | 170 | 1.74 | 1.12 |
| 10.0 | 280 | 158 | 1.78 | 1.12 |
| 10.5 | 273 | 143 | 1.80 | 1.13 |
| 11.0 | 265 | 130 | 1.84 | 1.13 |
| 11.5 | 258 | 120 | 1.86 | 1.13 |
| 12.0 | 253 | 108 | 1.89 | 1.14 |
| 12.5 | 245 | 98 | 1.91 | 1.14 |
| 13.0 | 240 | 88 | 1.94 | 1.15 |
| 13.5 | 235 | 80 | 1.96 | 1.15 |
| 14.0 | 230 | 73 | 1.98 | 1.16 |
| 14.5 | 223 | 65 | 1.99 | 1.16 |
| 15.0 | 220 | 59 | 2.03 | 1.16 |
| 15.5 | 216 | 53 | 2.03 | 1.17 |
| 16.0 | 213 | 47 | 2.04 | 1.18 |
| 16.5 | 210 | 43 | 2.05 | 1.18 |
| 17.0 | 208 | 41 | 2.06 | 1.18 |
| 17.5 | 207 | 40 | 2.07 | 1.18 |
| 18.0 | 204 | 33 | 2.08 | 1.18 |
| 18.5 | 203 | 30 | 2.09 | 1.19 |
| 19.0 | 202 | 28 | 2.09 | 1.19 |
| 19.5 | 201 | 26 | 2.10 | 1.19 |
| 20.0 | 201 | 23 | 2.11 | 1.19 |
| 20.5 | 201 | 22 | 2.11 | 1.19 |
| 21.0 | 201 | 20 | 2.13 | 1.20 |
| 21.5 | 200 | 20 | 2.13 | 1.20 |
| 22.0 | 200 | 18 | 2.13 | 1.20 |
| 22.5 | 200 | 18 | 2.14 | 1.21 |
| 23.0 | 200 | 16 | 2.14 | 1.21 |
| 23.5 | 200 | 15 | 2.14 | 1.21 |
| 24.0 | 200 | 15 | 2.14 | 1.21 |
| 24.5 | 200 | 15 | 2.14 | 1.21 |
| 25.0 | 200 | 15 | 2.14 | 1.21 |

Таблица Б.2 - Показатели шкалы морозостойкости легкого бетона

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Капиллярно-откры­тая | Морозостойкость, цикл | | Коэффициент повышения прочности при однократном замораживании | |  |  |
| пористость *Пi* , % | *Ммах* | *Мmin* | *Кмах* | *Кmin* |
| 16,5 | 165 | 88 | 2,06 | 1,10 |
| 17,0 | 159 | 80 | 2,09 | 1,10 |
| 17,5 | 153 | 73 | 2,11 | 1,11 |
| 18,0 | 147 | 64 | 2,15 | 1,11 |
| 18,5 | 141 | 55 | 2,16 | 1,11 |
| 19,0 | 135 | 50 | 2,18 | 1,12 |
| 19,5 | 130 | 44 | 2,19 | 1,12 |
| 20,0 | 125 | 38 | 2,20 | 1,12 |
| 20,5 | 120 | 33 | 2,21 | 1,12 |
| 21,0 | 118 | 29 | 2,22 | 1,12 |
| 21,5 | 113 | 25 | 2,22 | 1,12 |
| 22,0 | 110 | 21 | 2,23 | 1,13 |
| 22,5 | 108 | 18 | 2,23 | 1,13 |
| 23,0 | 105 | 16 | 2,23 | 1,13 |
| 23,5 | 103 | 15 | 2,23 | 1,13 |
| 24,0 | 102 | 15 | 2,23 | 1,13 |
| 24,5 | 101 | 14 | 2,24 | 1,13 |
| 25,0 | 100 | 13 | 2,24 | 1,14 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

*(информационное)*

**ПРИМЕР УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА**

1 Исходные данные. Испытывают бетон следующего состава, кг/м3: цемент - 400, песок - 691, щебень - 1089, вода - 172. Для изготовления бетона использованы следующие материалы: цемент Воскресенского завода ПЦ-400, =3,1 т/м3; щебень гранитный месторождения «Кузнечное», М1400, фракции 5-25 мм; песок тучковский, Мкр=2,0. Изготовлено 6 образцов-кубов бетона размером 100х100х100 мм. Бетон подвергнут тепловлажностной обработке.

Удельная контракция цемента в возрасте 28 сут согласно приложению А составила 0,037 см3/г или 0,037 л/кг. Суммарное водопоглощение заполнителей согласно 5.7 принято равным 1 % их массы.

2 Требуется определить морозостойкость бетона в проектном возрасте 28 сут.

3 Образцы подвергают водонасыщению по ГОСТ 10060.0.

4 Определяют показатели морозостойкости.

4.1 Для расчета капиллярно-открытой пористости по формуле (1а) принимаем: л; объем открытых пор заполнителей *V* = 0.

4.2 Вычисляют капиллярно-открытую пористость бетона в возрасте 28 сут по формуле (1а)

%

43 Определяют прочность бетона на сжатие после его водонасыщения по ГОСТ 10060.0 и однократного замораживания в контрольных *Rкi* и основных *Roi*образцах, МПа:

Rк1=28,3; Rк2=30,7; Rк3=32,5;

Ro1=49,2; Ro2=45,1; Ro3=48,1.

4.4 Вычисляют средние арифметические значения пределов прочности бетона в контрольных и основных образцах:

МПа

МПа

4.5 Вычисляют значение коэффициента повышения прочности бетона при однократном замораживании по формуле (3)



4.6 Из таблицы Б.1 для *Пi* =7,8 % методом интерполяции находят: Ммах=320, Мmin=223, Кмах=1,59, Кmin=1,11 и с учетом Кi=1,46 рассчитывают морозостойкость испытываемого бетона по формуле (4)

циклов.

4.7 Для окончательного представления результата ускоренного определения морозостойкости вычисляют:

- значения средних квадратических отклонений результатов испытаний на прочность контрольных и основных образцов бетона по формулам (7) и (8):

МПа

МПа

- значение относительной погрешности определения морозостойкости бетона по формуле (6)



4.8 Окончательно морозостойкость бетона равна

*М* = 249 (1-0,09) = 227 циклов

Испытанному бетону устанавливают марку по морозостойкости F200 (ближайшее к *М* меньшее значение F из таблицы 3 ГОСТ 10060.0).

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

*(обязательное)*

**ФОРМА ЖУРНАЛА УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата изго­товле­ | Размер образ­ца, мм | Наиме нование, ­расход | Дата опреде­ления ­ | Показатели морозостойкости бетона | | | | | | Моро­зостой­кость | Марка по моро­зостой­- |
| ния |  | добавки,кг/м3 | морозо стой­кости | Прочность образца, МПа | | ΔVi/, см3 | Пi, см3 | Кi | Δo | М, цикл | кости F |
|  |  |  |  | ⎯  Rк | ⎯  Ro |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Начальник подразделения

(лаборатории) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*(подпись) (ф.и.о.)*

Ответственное лицо,

проводившее испытание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*(подпись) (ф.и.о.)*

Ключевые слова: капиллярно-открытая пористость, прочность бетона в водонасыщенном и замороженном состояниях, однократное замораживание, минимальная и максимальная морозостойкость